

## 人体内外両用RFIDシステム用無線タグに関する研究

著者	党 博文
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	90
号	1
ページ	134-135
発行年	2021-08-20
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/00132846">http://hdl.handle.net/10097/00132846</a>

修士学位論文要約（令和 3 年 3 月）

## 人体内外両用 RFID システム用無線タグに関する研究

党 博文

指導教員：末松 憲治， 研究指導教員：本良 瑞樹

## A Study on Wireless Tag for In-Body/Out-Body Dual-Use RFID System

Bowen Dang

Supervisor: Noriharu SUEMATSU, Research Advisor: Mizuki MOTOYOSHI

RFID systems have been widely used in the medical field to ameliorate life of patients. In the field of dental care wireless tags are implanted to dentures and used for confirmation of dentures. Conventional wireless tags are supposed to be used in the in-body environment, and it is difficult to communicate outside the body. If dentures are accidentally swallowed or lost, it is necessary to distinguish between the in-body and out-body and figure out the location of the dentures. A RFID system that can communicate in in-body/out-body by using different frequencies have been proposed, in this paper, since the conventional tag for in-body causes mismatch outside the body, the mismatch is corrected by applying a matching circuit to the IC chip. A small wireless tag and 920 MHz for in-body and 5.02 GHz for out-body is proposed and prototyped, communication distance is measured. It is confirmed that communication is possible up to around 30 cm in in-body condition and around 80 cm in out-body condition.

## 1. はじめに

非接触無線通信技術のひとつとして RFID 技術は医療分野への応用が発展し、特にデンタルケアの分野において義歯に使用する RFID が注目される。患者の個人情報を書き込んだ RFID タグを義歯に埋め込むことで、患者が紛失した義歯の所在を検知することが可能となる。後期高齢者が使用する部分義歯は小型であるため、紛失（体外）、誤飲事故（体内）が多発しており、この対策が必要とされている。従って我々は体内外両方に対応可能な RFID システムを提案してきた<sup>1)</sup>。市販リーダライタ及び周波数コンバータの組み合わせにより体内では 920 MHz、体外では 5.02 GHz をそれぞれ用いて紛失した部分義歯の検知及び判別を行う。部分義歯に装着する無線タグについては人体内のみ検知可能な RFID タグが提案されているが<sup>2)</sup>、人体外での検知を行うことができなかった。このため、両環境で通信可能な無線タグが必要である。本論文では、人体内外両環境で利用できる小型な無線タグを提案した。提案したタグの試作を行い、通信距離及び受信電力の実測評価を行った。

## 2. 体内外同時整合無線タグの提案

体内外両環境タグ検知システムでは、無線タグが体内/体外で異なる周波数で R/W と通信し、体内環境では人体内で発生する波長短縮効果により 920 MHz を用い、体外では 5.02 GHz を用いる。

従来の部分義歯内蔵用無線タグを図 2 左に示す。フレキシブル基板上に厚さ 35  $\mu\text{m}$  の銅箔で形成した  $\Gamma$  マッチ整合型ダイポールアンテナと RFID 用 IC から構成される。このタグは、体内環境用であるため、920 MHz でインピーダンス整合するように設計されている。ただし、体外環境では比誘電率の違いによりタグアンテナの特性が変化し、5.02 GHz で IC との間でミスマッチが発生することから通信が困難となり、検知することが不可能となる。したがって、体内外両環境で整合可能な無線タグを設計する必要がある。

本論文では、体外環境でのミスマッチを補正するため、アンテナ導体パターンの調整に加えて、チップ部品による整合回路を追加することで体内外同時整合を実現した。この構成を図 2 右に示す。高周波帯（体外環境）において回路側の抵抗値が低下する原因である IC の容量成分を打ち消すために並列にインダクタを付け、高周波帯で共振させることで抵抗値を増加させる。一方で、これだけでは低周波帯（体内環境）においてこのインダクタがショートに見え、悪影響を与えるため、直列にコンデンサを付けることでインダクタによる低周波帯における影響を抑制する。

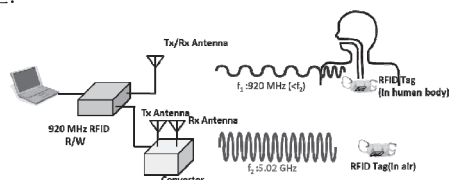


図 1 体内外両用 RFID システム

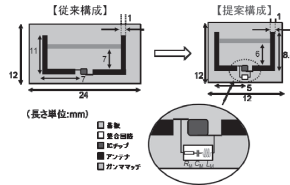


図2 従来タグと提案タグの構成

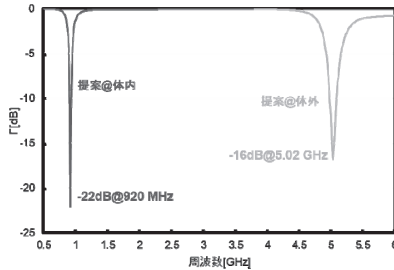


図3 体内外同時整合無線タグの整合状況

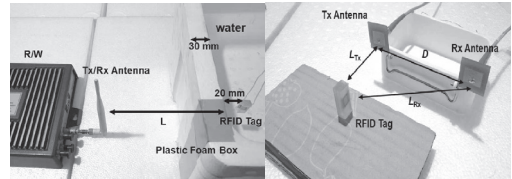
回路シミュレーションにより設計したタグのアンテナと回路間の反射係数を図3に示す。図より、提案するタグが920 MHzの体内環境および5.02 GHzの体外環境両方で整合が得られていることを確認した。

### 3. 体内外模擬環境での実証実験

従来構成タグりと提案構成タグを試作し、実証実験を行った。タグは部分義歯を模した  $30 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$  のレジンプロックに埋め込み、体内/体外模擬環境でそれぞれ通信距離の測定を行った。

図4(a)に示す体内模擬環境においてはRFIDリーダライタ（U524SR R/W）により920 MHzでモノポールアンテナを用いて送受信を行う。空中線電力 $P_{Tx}$ はフルパワー（30 dBm）と設定した。人体の模擬のために人体の大部分を占める水を用いることとした。発泡スチロール製の容器に水を満し、その中にRFIDタグを沈めた。部分義歯が実際に誤飲された場合は人体表面までは距離があるため、RFIDタグは発泡スチロールの内壁から20 mmの所に配置した。モノポールアンテナと発泡スチロールの内面間の距離を通信距離 $L$ と定義し、 $L$ を増やしながら空中線受信電力 $P_{Rx}$ を測定した。最大通信距離は $P_{Rx}$ がR/Wの最小受信電力 $P_{Rx-min} = -60 \text{ dBm}$ となる距離とした。

図4(b)に示す体外模擬環境においてはR/Wとアンテナ間に周波数コンバータを接続する。用いたコンバータではTxとRxが分けられているため、5.02 GHz用のパッチアンテナ2つを使用して平行に配置して測定を行った。空中線電力 $P_{Tx}$ を27 dBmと設定し、RFIDタグをTxアンテナの正面に配置し、通信距離及び空中線受信電力 $P_{Rx}$ を測定した。なお、タグとTx、Rxアンテナ開口面の中心点間の距離を $L_{Tx}$ 、 $L_{Rx}$ と定義した。



(a)体内模擬環境 (b)体外模擬環境

図4 体内外実証実験の測定系

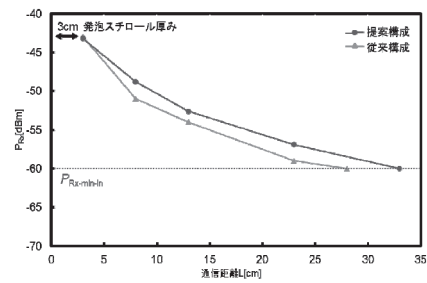


図5 体内模擬環境の測定結果

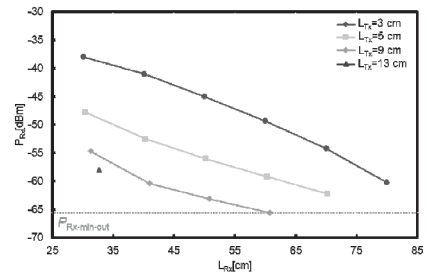


図6 体外模擬環境の測定結果

体内環境の測定結果を図5に示す。従来構成、提案構成ともに最大通信距離は30 cm程度が得られた。体外環境の測定結果を図6に示す。体外環境においては、提案構成で $L_{Tx}$ は最大13 cm、 $L_{Rx}$ は最大80 cmが得られた。したがって、提案構成の無線タグが体内外両環境で通信可能であることを確認した。

### 4. 結論

本論文では紛失した部分義歯を検知する人体内外両用RFIDシステム用無線タグを提案した。体内では920 MHz、体外では5.02 GHzをそれぞれ使い、体内外両環境で使用できる小型な無線タグを設計した。提案タグの試作及び通信距離の測定を行い、体内では約30 cm、体外では約80 cmまでそれぞれ通信可能であることを実証した。

### 文献

- 1) B. Dang *et al.*, 2020 RFIT, pp.148-150, Sept. 2020.
- 2) J. Xu *et al.*, Proc. iWEM2018, POS.2.15, Aug. 2018.